

# 風層の立体構造からみた亜硫酸ガス輸送機構の解析

内藤 晴夫  
(財)日本気象協会

伊藤 宣夫

中野 欣嗣

早福 正孝

泉川 碩雄

大平 俊男

広野 富雄

朝来野 国彦

山崎 博  
(東京都公害局監察部)

## 1 はじめに

本報は東京都公害研究所と日本気象協会が協力して、大気汚染の現象を解明するために行なった気流調査の結果についてまとめたものである。

都市の風は、その都市の構造、及びその機能から発生する熱的な影響が大きく、一般的には高度数 100m にわたって現われ、気圧傾度による一般風は著しく変形されることが多い。とくに、気圧傾度の弱い晴天日には、この影響が大きく現われて、日中は海から内陸に侵入する海風となり、夜間は内陸から海に吹き出す陸風となる。そして、両者の交代するときには、一時的ではあるが複雑な気流構造が示されることが予想される。

東京都の地勢をみると、東部は東京湾に面し、海岸から内陸の多摩丘陵に至る間は平野となって開け、北は荒川に、南は多摩川によって境され、その奥行きは 40km 以上に及んでいる。この地勢からみて、海陸風の風系はおのずから示唆されるが、海岸線から内陸へ 20km にも及ぶ巨大な都市構造はその機能と相まって、他の都市には見られない大きな影響を受けており、それによる局地的な風の乱れの大きさは容易に推測される ところである。

ここでは、これら都市気象としての特徴を考慮しながら京浜地帯の工場群から排出される汚染質が海風によってどのような経路で内陸に輸送されるのか、その断面をノンリフト気球の流跡、地上風の流跡、風、温度の鉛直分布及び地上におけるSO<sub>2</sub>濃度との関連から求めたものである。

## 2 調査方法

### (1) ノンリフトバルーンの追跡

放球は浜松町にある貿易センタービル屋上(152m)より行ない、追跡はヘリコプターによった。ノンリフトバルーンを中心に半径 200m の距離をおいて施回しながら追跡し、ヘリコプターによるローターの回転の影響をさけた。ノンリフトバルーンの位置及び高度は 5 分間隔の測定で行なわれた。

### (2) パイロットバルーンの測定

蒲田及び新宿の 2 地点で、2 点観測によって風の鉛直分布を 2,000m まで測定。

### (3) 上層温度の鉛直分布の測定

ヘリコプターによる高度 1,000m より地上まで、200 m/min の降下速度で測定した。測定点はヘリポート及びノンリフトバルーンの風下地点を選んだ。

### (4) 地上風の測定

既設の測定点及び新設の測定点も含めて 23 地点で測定。測定は毎時、10 分間平均値である。

### (5) 測定期間

測定は気象条件を考慮して 1970 年 11 月 28 日から 12 月 5 日まで実施した。

ここでは、その中で風層の立体構造からみて興味のある汚染分布現象について検討した。

## 3 解 析

### (1) 12 月 2 日放球

この日の放球は 12 時 57 分、13 時 15 分、13 時 55 分に実施し、その流跡は図 1 のとおりである。地上天気図は図 2 のように日本海に低気圧が張り出している状態である。

ア：12 時 57 分放球

このときの地上風は図3(A)のようになっており、上層風は(図4(A))蒲田では12時過ぎで南東風が300mまで、それ以上の高度では傾度風に変わって南西風になっている。新宿でも同様で地上300m付近まで南東風、400m層から上では傾度風になっている。風速も比較的強く、新宿のデータからみると、流跡高度では4~8m/s(平均)と思われる。

このような風速のため都心部では当然風の乱れも大きいことであろう。放球されたバルーンは図5(A)に示したとおり、放球直後250m付近まで上昇したものの、その後は急に降下して、風下3km地点で地上風の乱れにまき込まれて着地している。

このような鉛直変動があるときSO<sub>2</sub>の地上濃度は、どのように分布するかを示すと図6(A)のとおりである。これによるとバルーンの着地点付近に高濃度域が現われており注目される場所である。

#### イ 13時15分放球

上層風、地上風の大勢は前者とはほぼ同一と思われる。南東風によって運ばれたバルーンは大体直線的に北西方向に進み、内陸約12km付近でにわかには北東の風によって方向を急変している(図1)。

またバルーンの鉛直変動をみると(図5(A))放球後や上昇(200m)したものの風下3km地点から下降しはじめ、風下5km(新宿御苑付近)地点では地上すれすれ程度まで下降して、以後は50m前後の高さまで輸送され風下12kmで着地している。

以上地上風の流線をはじめ、これらのことから、上層では傾度風が支配的になっていても、ごく低い接地層には局地的な風の収束帯(海風前線)が存在し、上層とはかなり異なった風系を現わすことがうかがえるわけである。

#### ウ 13時55分放球

前回と同様地上風、上層風の大勢はほぼ同一と思われる。このバルーンは風下4kmまで南東の風に、それ以後は南の風に乗って輸送され、風下6km地点で着地している(図1)。

一方鉛直変動をみると図5(A)のとおりで、放球直後100m以下に降下したが、その後は200m程度まで上昇し、風下4km地点の国立競技場を過ぎるあたりから急降下して、風下6km地点で着地し、上昇下降の断面

は、13時15分に放球したものと、かなり似た形をしている。

このような2つの流跡(13時15分及び13時55分)がSO<sub>2</sub>の地上濃度と、どのように対応するかを示すと図6(A)(B)のとおりである。図6(A)に示された高濃度域は約6km程北西に移動しているのに対して、流跡線も南東から北西への移動を示しているとともに、風下6~10kmに於いての低空流跡との関連が注目される場所である。

なおこの日の温度の鉛直分布を示すと図7(A)のとおりで、地上から350mの高度に逆転層があり、バルーンはこの逆転層の下で輸送されたことを示している。

#### (2) 12月5日放球

大陸の高気圧は移動性となって東進をはじめている(図2)。関東は気圧傾度もまだ比較的急になっているが、日中の局地性低気圧による海風の侵入を期待して観測体制をとった。海風は正午前から現われたのでノンリフトバルーンは11時34分、12時04分及び12時33分の3回放球し、それぞれ120分、140分、120分追跡した。

#### ア 11時34分放球

この時刻の地上風の流線を見ると図3(B)のとおりで海風は沿岸部一帯に侵入しており、上層風の状況を見ると図4(B)に示すように蒲田では200mの高度まで、新宿では風系が異なるが400mまで南の風になっている。

このような状況下で放球されたバルーンの、水平流跡を示すと図8のとおりで、はじめの風下2.5kmまでは南の風にのり、その後は南西の風によって風下7.5kmまで流されている。そして、その後は急変して東風にあつて亀戸付近から飯田橋付近までジグザグの経路をとって流されており、地上流線図ともよい対応を示している。

海風前線の存在が、その付近に激しい気流の上下変動を起こしていることは、いままで述べてこなかったが12月1日11時50分放球例でも同じ状況を示している。図5(B)によると、風下2km地点(日比谷公園付近)で着地寸前まで急降下し、その後は多少の変動をしながら上昇している。そして海風前線の位置している城東付近に達すると急激な上昇、下降が繰り返され、高い所では800m、低い所で約200mという600mに及ぶ変動幅をみせている。

このように日比谷公園付近における急降下の現象、海風前線付近における上下変動の激しさはまことに注目さ

れるところである。

このときの  $\text{SO}_2$  濃度の地上分布を示すと図 6 (C) のとおりで、変動の大きい地点の付近に高濃度域が現われていることが注目される。

イ 12時04分及び12時33分の放球

このときの地上風の流線は図 3 (B), 上層風の状況は図 4 (B) のとおりである。

放球されたバルーンは前回よりやや西に平行移動させた形の水平流跡をみせている (図 9)。そしてこのときのバルーン鉛直変動をみると図 5 (C) に示したように、前回と同様の大きな変動をみせている。

これに  $\text{SO}_2$  の地上濃度がどのように対応しているかをみると図 6 (D), (E) のとおりである。図によると高濃度域が流跡線の移動に伴って、東から西へと移動していることがわかり、注目される場所である。なおこのときの温度の鉛直分布を示すと図 7 (B) のとおりである。

#### 4 まとめ

ノンリフトバルーンによる気流調査は、これまで各所で行われてきたが、バルーンを追跡はいつもセオドライト (測風経緯儀) による追跡であったため、悪視程

とか、バルーンの著しい降下の際には地物のかけに入っ  
て見失うなどのため、十分の観測が行なえないでいた。

今回の調査では、このような経験から、ヘリコプターで追跡することによって観測距離を延ばすとともにバルーン  
の鉛直変動を詳細に調べることができた。これはわが国の大都市においてはじめての試みであった。

当初の計画では海風及び陸風についてともに行なう予定であったが、東京国際空港に離着陸する航空機の保安上から種々の制約をうけて、結局海風だけの調査におわった。

結果を要約すると、

- ① 海風前線の付近に激しい上昇、下降気流がある。
- ② 高煙突からの排煙は地上風流線図からは予想もできない流れ方をすることがある。
- ③ バルーンの着地点 (つまり下降気流を意味する) 付近と  $\text{SO}_2$  の高濃度区域がよく対応している。
- ④ 一様に海風の領域の中にあっても都心部においては上昇気流、下降気流が大きく入り乱れている。
- ⑤ 日本海低気圧の存在により天気図の上では傾度風の支配下にあるようなときでも、東京都の西部地域には局地的な風の収束帯がある。

図1 ノンリフトバルーン流跡図

1970. 12. 2 (放球時刻 12時57分, 13時15分, 13時55分)

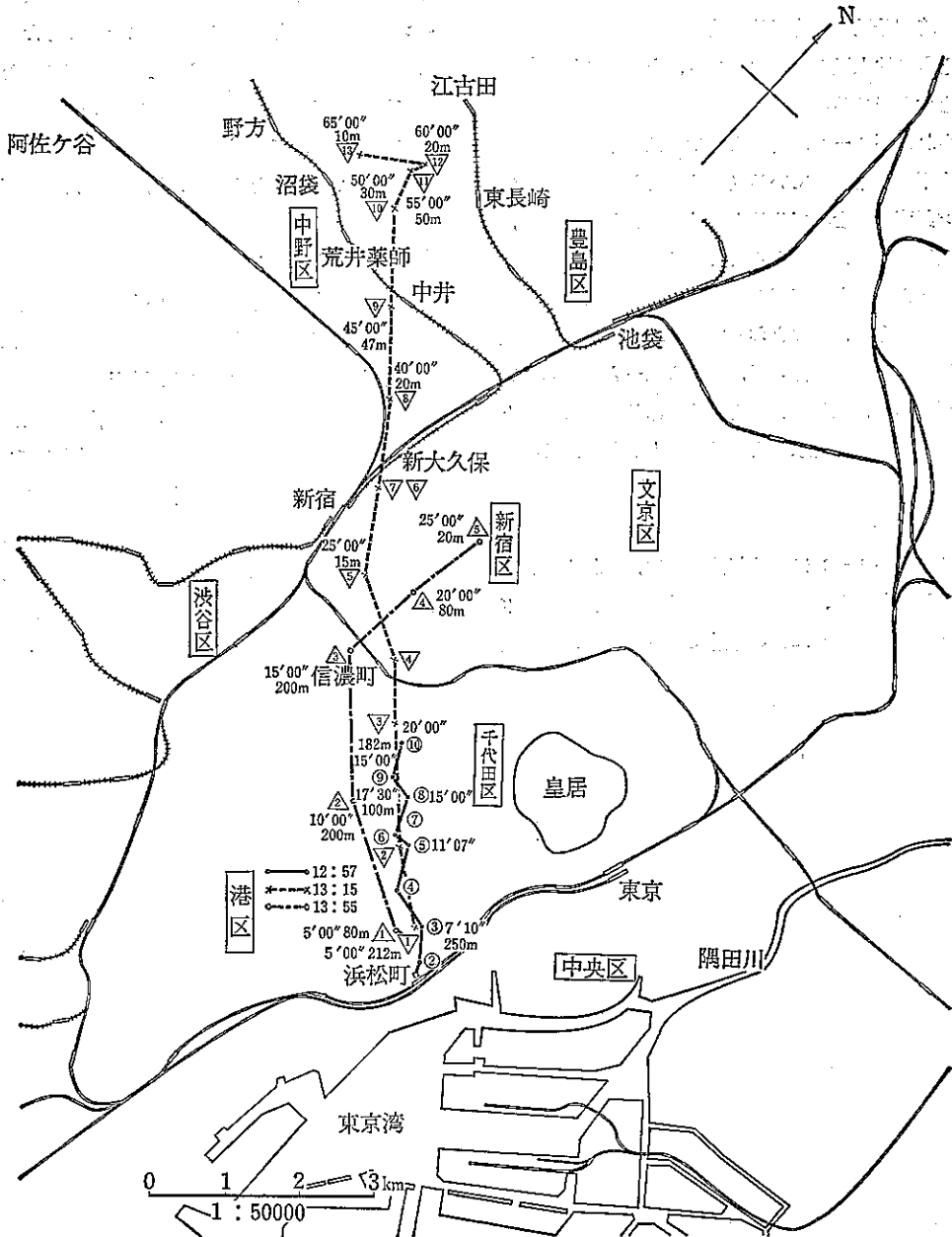


図2 地上天気図

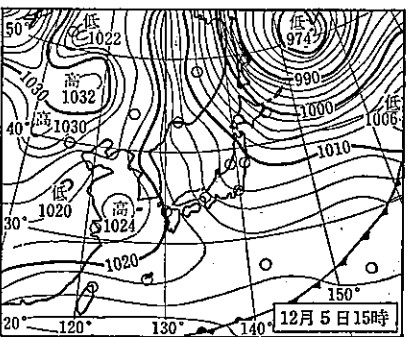
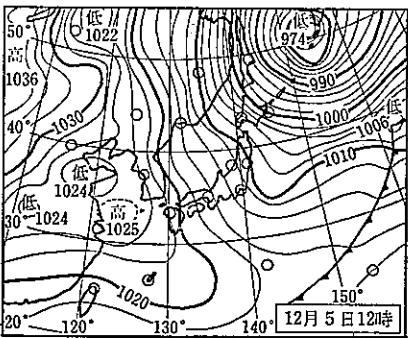
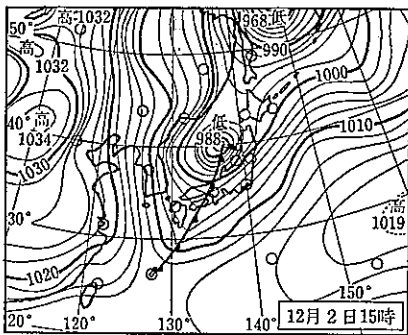
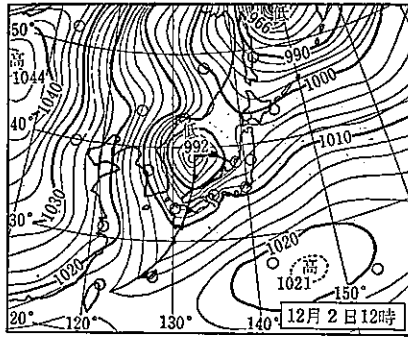


図3 地上風の流跡図

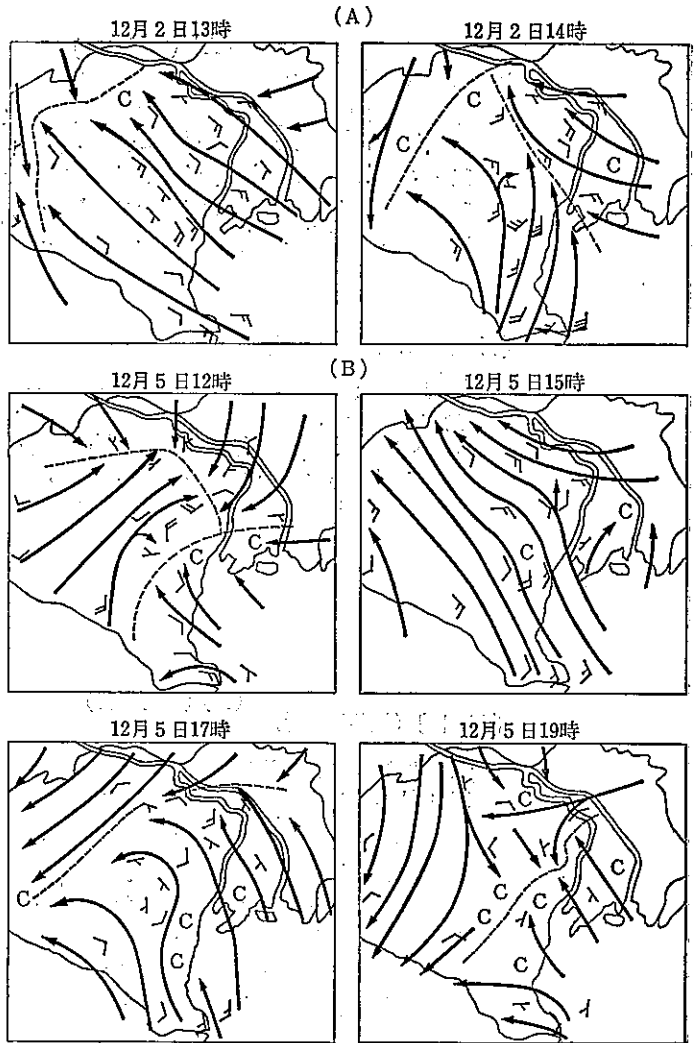
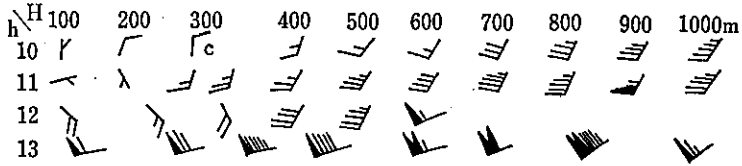


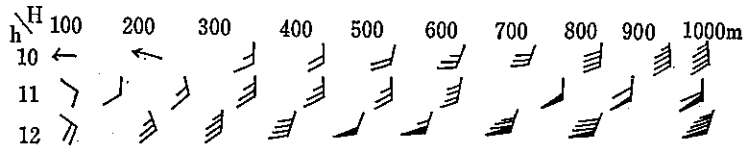
図4 風の鉛直分布

(A) (12月2日)

【蒲田】(糀谷保健所)

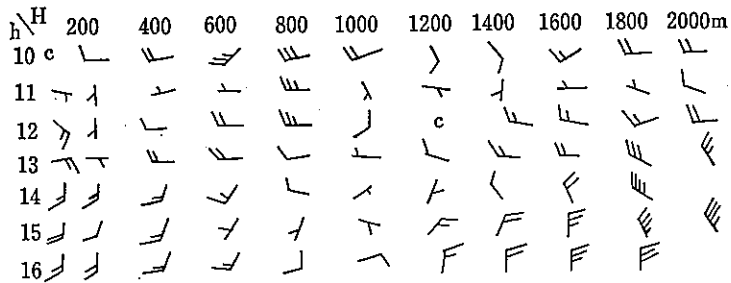


【新宿】(都衛生研究所)



(B) (12月5日)

【蒲田】(糀谷保健所)



【新宿】(都衛生研究所)

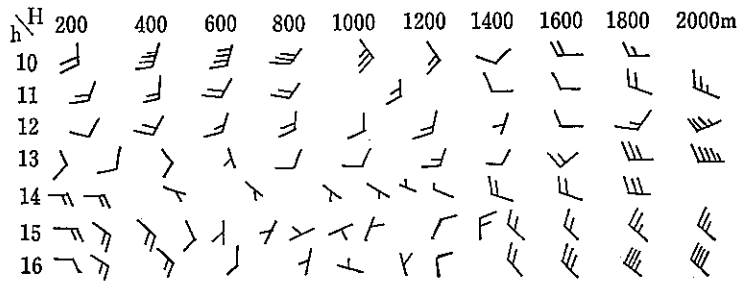
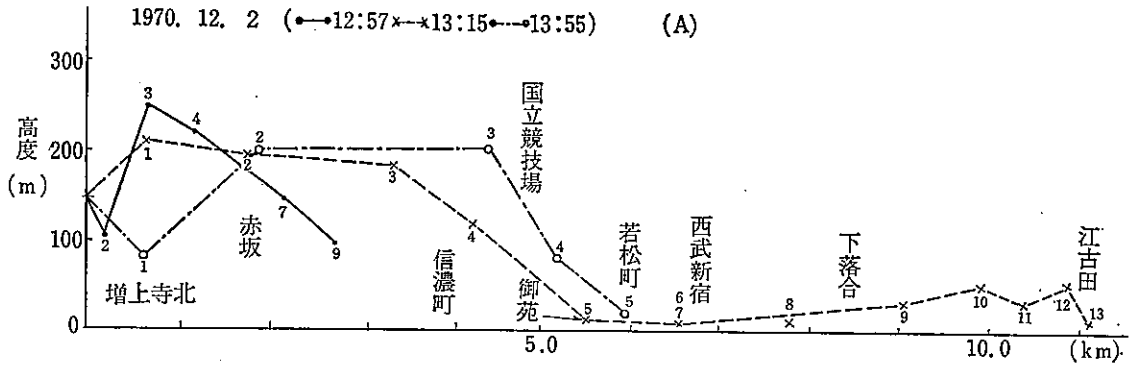
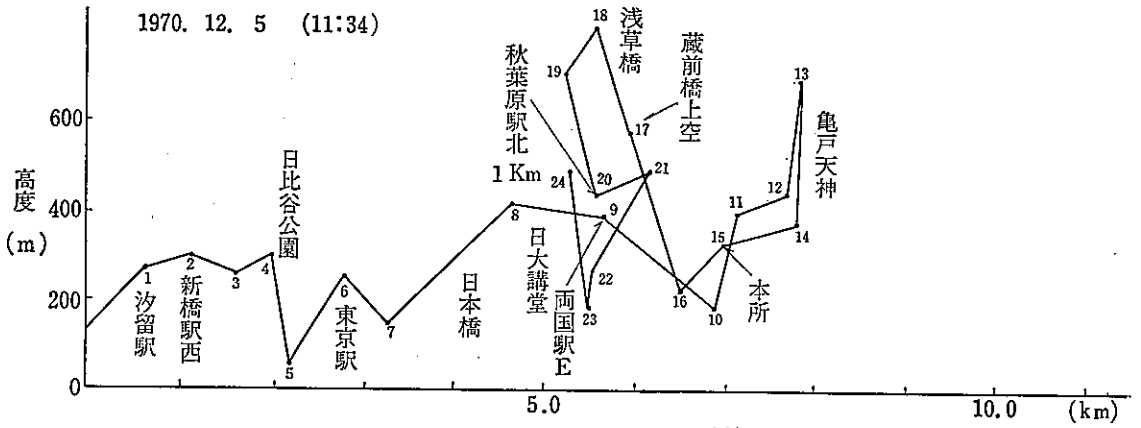


図5 ノンリフトバルーンの鉛直変化



(B)



(C)

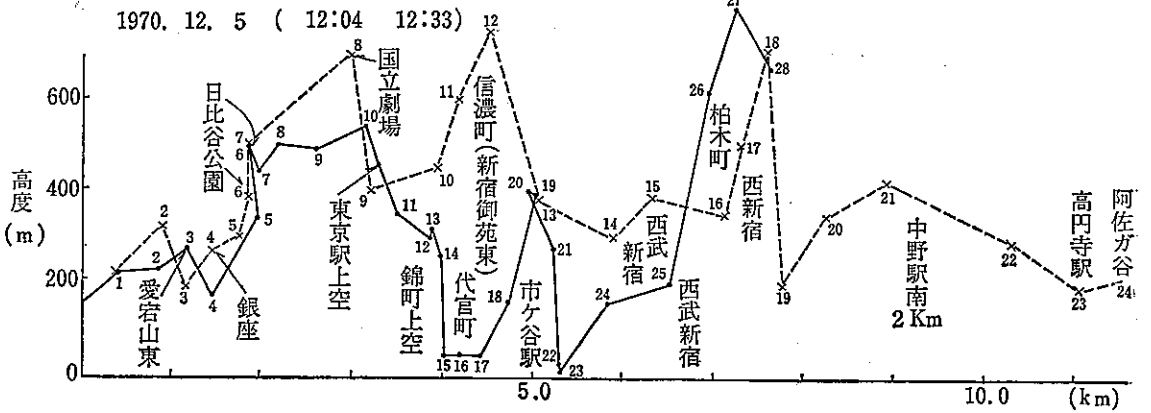


図6 流跡線とSO<sub>2</sub>の地上濃度分布

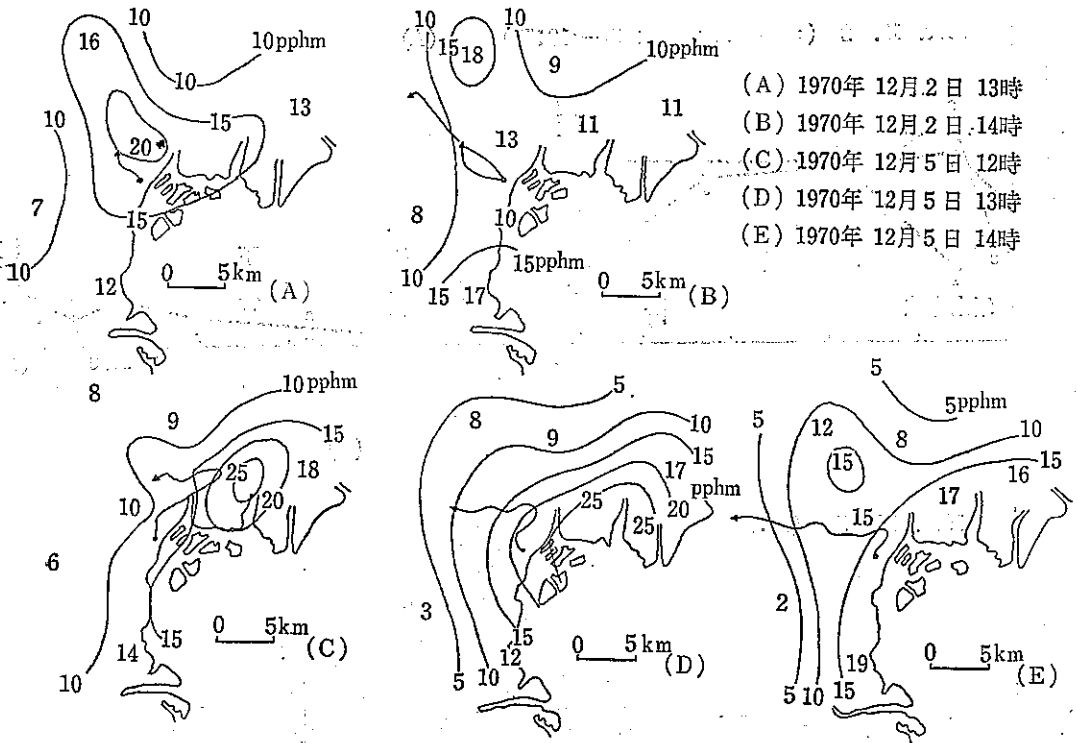


図7 温度の鉛直分布

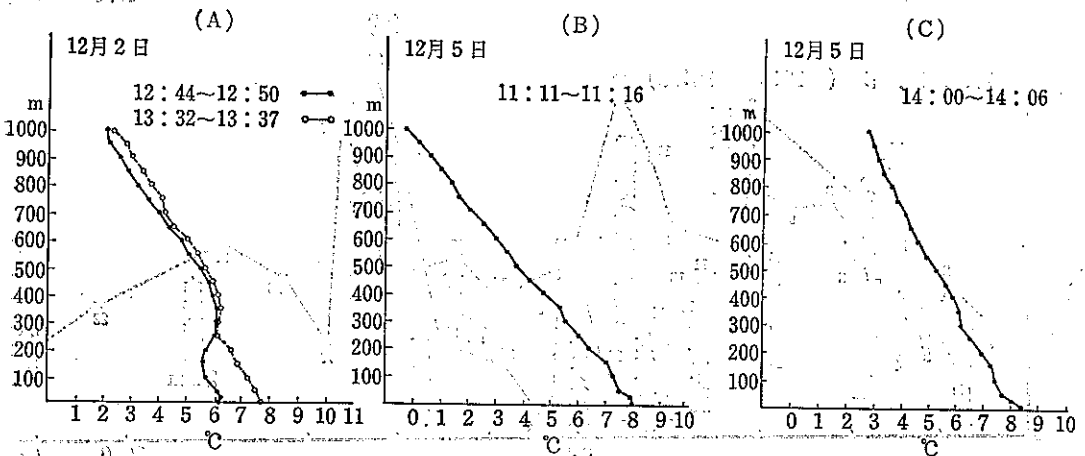




図8 ノンリフトバルーン流跡図

1970. 12. 5 放球時刻11時34分

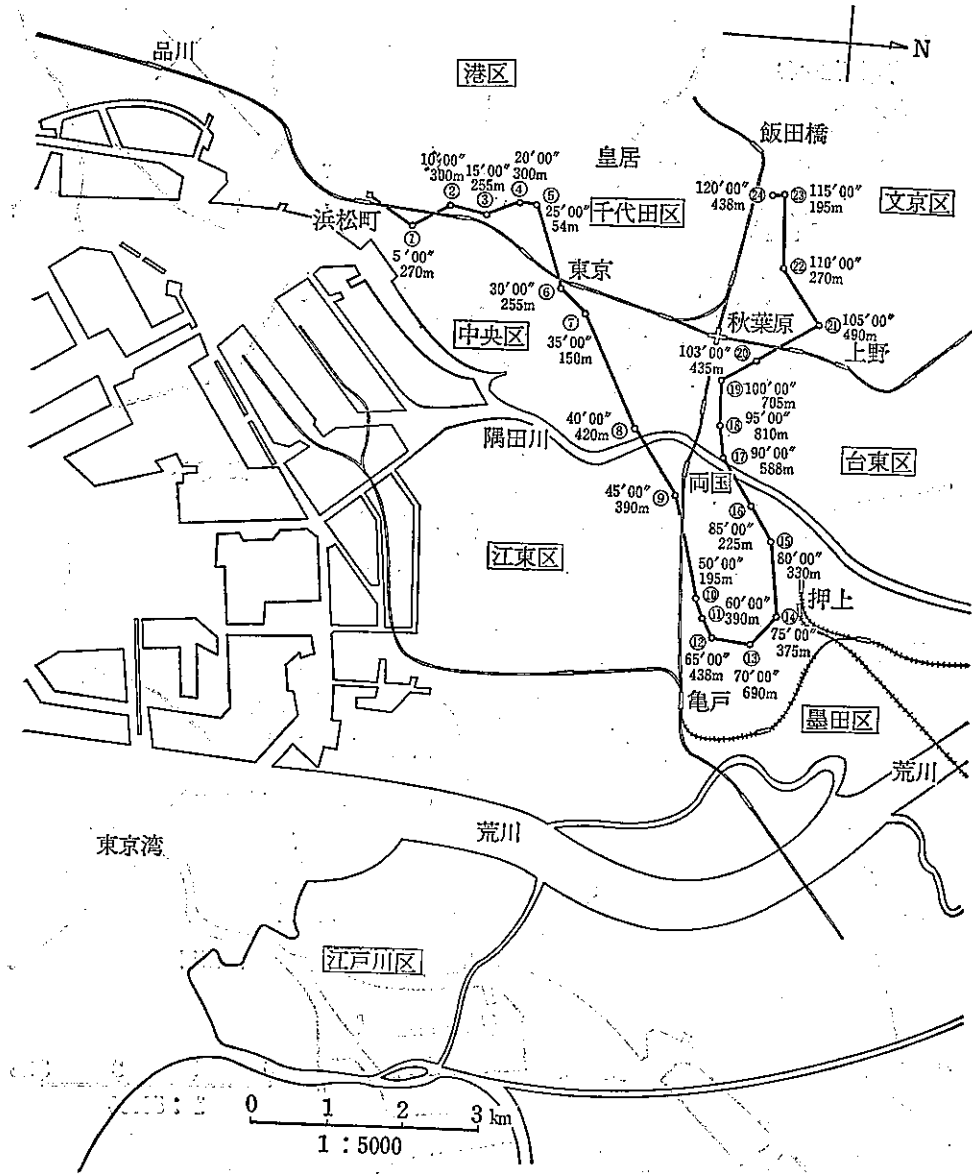
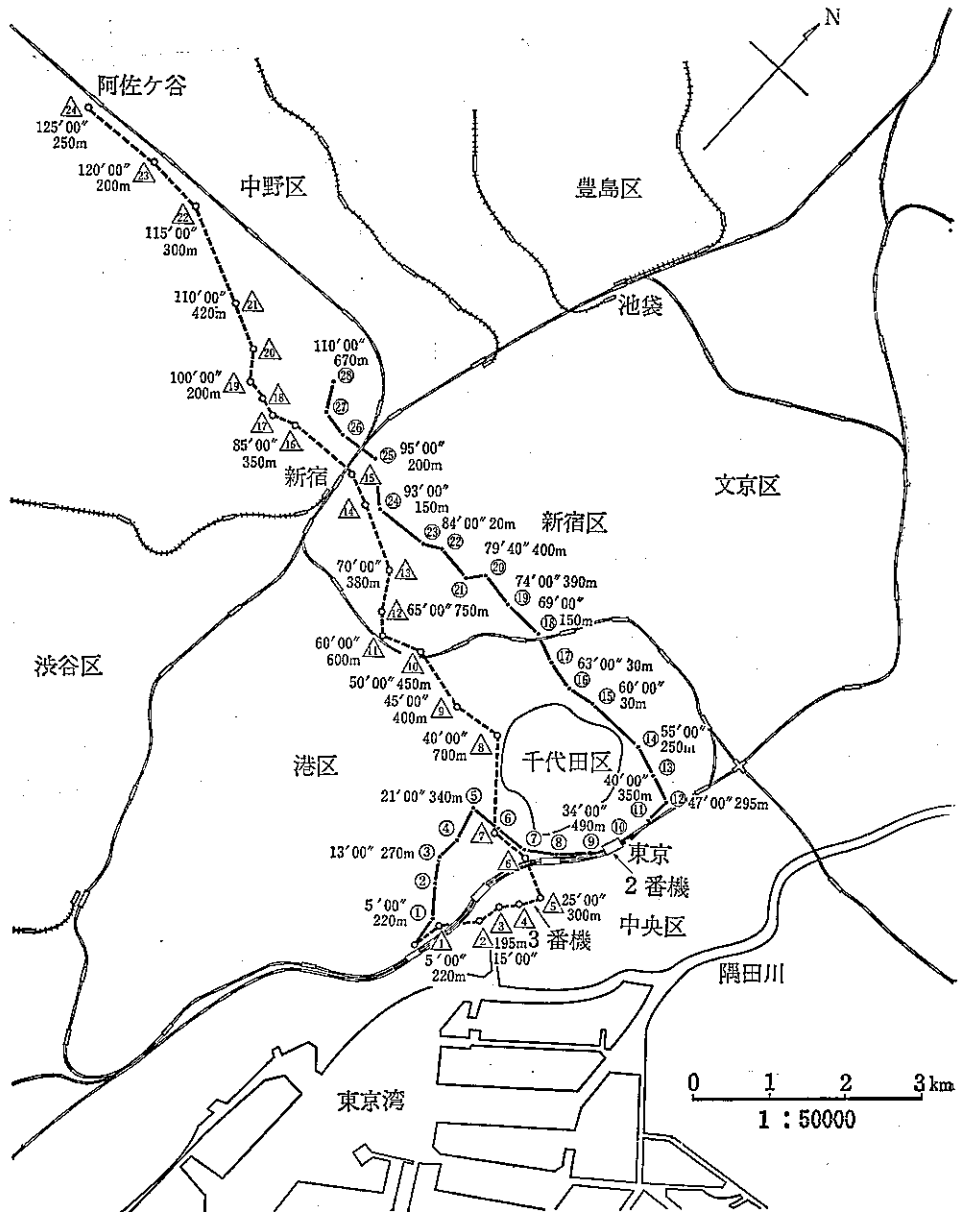


図9 ノンリフトバルーン流跡図

1970. 12. 5 放球時刻 2番機12時04分, 3番機12時33分



参 考 資 料

- 1) 金沢河北地区大気拡散調査報告書  
日本気象協会東京本部 (1971. 2)